

**В. М. Шавранський**

# ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ УСКЛАДНЕННЯХ ПІД ЧАС БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН

У статті описані можливості використання нечіткої логіки і теорії нечітких множин в системі підтримки прийняття рішень при бурінні нафтогазових свердловин для прогнозування ускладнень. Також описано можливість використання експертних баз знань.

**Ключові слова:** нечітка логіка, прогнозування, ускладнення, експертна інформація.

## 1. Вступ

В роботі йде мова про нафтогазову промисловість. Оскільки процес буріння нафтогазових свердловин, нафту і газ є нестаціонарним, стохастичним і таким, що розвивається в часі, то можливі ускладнення. Під ускладненням розуміють порушення нормального процесу будівництва свердловини, які вимагають прийняття безвідкладних і ефективних мір для його усунення і продовження буріння. На боротьбу з ускладненнями в глибокому бурінні витрачається в середньому до 20–25 % календарного часу, тому проблема попередження (запобігання) ускладнень є дуже актуальною.

## 2. Постановка проблеми

Відомі методи розв'язку таких задач базуються на апараті теорії ймовірностей і вимагають вихідних даних про ймовірно-часові характеристики операцій, які входять в процес. Отримання таких вихідних даних, як правило, вимагає досліджень, які не завжди можливі. Тому для вирішення цієї задачі скористаємося іншим підходом.

## 3. Основна частина

**3.1. Аналіз літературних джерел по темі дослідження.** В роботі [1] розроблено трьохфакторну математичну модель процесу поглиблення свердловин, яка враховує різні форми зносу зубів долота і має вимірювальні фазові координати.

В роботі [2] розроблені принципи побудови адаптивної системи керування процесом поглиблення свердловини на основі формалізації процесу буріння, ідентифікації параметрів моделі, виявлення зміни умов буріння та безаварійного відпрацювання шарошkových доліт, а також стратегію адаптивного керування процесом буріння для випадку двох керуючих впливів.

В роботі [3] запропоновано інформаційну модель процесу прихоплення бурильної колони на базі нечіткої логіки, яка покладена в основу розробки системи контролю для запобігання прихоплення бурильної колони.

В роботі [4] розроблені методи визначення моменту зміни зовнішніх умов буріння і визначення часу завершення рейсу для всіх розглянутих способів буріння.

**3.2. Результати досліджень.** У рамках проведеної роботи, було встановлено, що основними показниками процесу буріння, які можуть бути використані для прогнозування ускладнень є: витрата бурового розчину на вході і виході свердловини  $Q_1$  та  $Q_2$ , навантаження на долото  $F$ , момент на роторі  $M$ , тиск бурового розчину  $P$ , газовміст  $\Gamma$ , температура бурового розчину на вході і виході свердловини  $T_1$  і  $T_2$ , об'єм бурового розчину та його показники.

Використовуючи ці ознаки можна виявити ускладнення: поглинання бурових і тампонажних розчинів, флюїдопрояви, порушення цілісності стінок свердловини, прихвати колон труб.

Запропоновано стратегію прогнозування ускладнень у вигляді деякого алгоритму, який має властивості детермінованості, дискретності, спрямованості, масовості, елементарності і кінцевості.

Для оцінки надійності і якості алгоритму використовуємо наступні показники:  $T$  — час виконання завдання (показник  $T$ ),  $P$  — ймовірність правильного виконання завдання (показник  $P$ ),  $C$  — вартість виконання завдання (показник  $C$ ). Показники  $T$  і  $C$  характеризують алгоритм зі сторони витрат, що підтверджує їх загальну адитивну природу, і моделі оцінки показників  $T$  і  $C$  мають однаковий вигляд. Тому розглядали один адитивний показник, який характеризує час ( $T$ ) виконання завдання прогнозування. В ідеалі алгоритм прогнозування повинен задовольняти умові:  $P \rightarrow \max$  і  $T \rightarrow \min$ , але в реальних умовах це неможливо, внаслідок взаємозв'язків між показниками  $P$  і  $T$ .

Тому була вирішена задача: покращити показники прогнозування таким чином, щоб досягти необхідного рівня надійності ( $P$ ) при обмеженнях на витрати ( $T$ ).

Можливі два шляхи вирішення: структурний ( $S$ -підхід) і функціональний ( $F$ -підхід). Оскільки показники безпомилковості ( $P$ ) і часу ( $T$ ) є взаємопов'язаними, то завдання може бути сформульоване в одній з наступних постановок:

1) пряма постановка — знайти такий алгоритм, який забезпечує

$$T \rightarrow \min \text{ і } P \rightarrow P_{\text{доп}},$$

де  $P_{\text{доп}}$  — мінімально допустима ймовірність правильного виконання алгоритму;

2) зворотня постановка — знайти такий варіант алгоритму який забезпечує

$$P \rightarrow \max \text{ і } T \rightarrow T_{\text{доп}},$$

де  $T_{\text{доп}}$  — максимально допустимий час виконання алгоритму.

Отже дійшли висновку, що нечітка логіка та теорія нечітких множин, є можливим апаратом для роботи з невизначеною вихідною інформацією. Використання цього апарату в прогнозуванні ускладнень дозволяє узагальнити ймовірнісні моделі на випадок коли вихідні дані задаються у вигляді нечітких правил

$P$ : ЯКЩО.....ТО.....ІНАКШЕ.....

Крім того використання процедур нечіткого виводу забезпечує можливість використання експертних баз знань для урахування залежностей нечітких вихідних даних від впливаючих факторів.

### Література

1. Семенцов Г. Н. Інформаційна модель автоматизованого контролю густини гірських порід в процесі буріння свердловин [Текст] / Г. Н. Семенцов, І. І. Чигур, Л. Я. Косило // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. — 2003. — № 2(7). — С. 106–109.
2. Семенцов Г. Н. Адаптивні системи керування процесом буріння глибоких свердловин [Текст] / Г. Н. Семенцов // Нафтова і газова промисловість. — 2002. — № 3 — 3 с.
3. Семенцов Г. Н. Створення математичної моделі на принципах нечіткої логіки і її реалізація для прогнозування прихоплень бурових труб в процесі поглиблення свердловин [Текст] / Г. Н. Семенцов, М. В. Шавранський // Вісник технологічного університету. — Поділля. — 2002. — Том 1. — № 3.
4. Семенцов Г. Н. Структура системи автоматизованого контролю для оцінки буримості гірських порід в процесі поглиблення свердловин [Текст] / Г. Н. Семенцов, Я. Р. Когуч, Н. В. Сабат // Науковий вісник ІФНТУНГ. — Івано-Франківськ: ІФНТУНГ. — 2005. — № 3(12). — С. 169–174.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ОСЛОЖНЕНИЯХ В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ СКВАЖИН

**В. М. Шавранский**

В статье описаны возможности использования нечеткой логики и теории нечетких множеств в системе поддержки принятия решений при бурении нефтегазовых скважин для прогнозирования осложнений. Также описаны возможности использования экспертных баз знаний.

**Ключевые слова:** нечеткая логика, прогнозирования, осложнения, экспертная информация.

*Владимир Михайлович Шавранский, аспирант кафедры АТП и МЕ Ивано-Франковского национального технического университета нефти и газа, тел.: (066)721-03-44, e-mail: mr.shu88@mail.ru.*

### USING FUZZY LOGIC IN SUPPORT SYSTEMS DECISION COMPLICATIONS DURING DRILLING

**V. Shavransky**

The article describes the possibilities of using fuzzy logic and fuzzy sets in the system Decision support in drilling oil wells to predict uskladenen. Also describes the use of expert knowledge base.

**Keywords:** fuzzy logic, prediction, complications, expert information.

*Vladimir Shavransky, graduate student of Department of MTE and ME Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, tel.: (066) 721-03-44, e-mail: mr.shu88@mail.ru.*